

RO/KR 27.06.2003

대한민국 특허청  
KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0036465  
Application Number

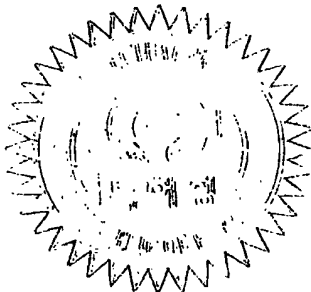
출원 년 월 일 : 2002년 06월 27일  
Date of Application JUN. 27, 2002

REC'D 11 JUL 2003

WIPO PCT

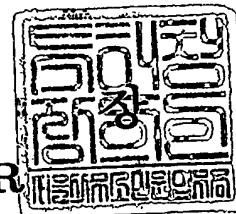
출원인 : 국방과학연구소  
Applicant(s) AGENCY FOR DEFENSE DEVELOPMENT

2003 년 04 월 18 일



특 허 청

COMMISSIONER



PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

## 【서지사항】

【서류명】 명세서 등 보정서  
 【수신처】 특허청장  
 【제출일자】 2002.10.30

【제출인】  
   【명칭】 국방과학연구소  
   【출원인코드】 3-1998-005826-2  
   【사건과의 관계】 출원인

【대리인】  
   【성명】 박장원  
   【대리인코드】 9-1998-000202-3  
   【포괄위임등록번호】 2001-014533-2

【사건의 표시】  
   【출원번호】 10-2002-0036465  
   【출원일자】 2002.06.27  
   【심사청구일자】 2002.06.27  
   【발명의 명칭】

중 광학계의 시계에 의존하는 주사폭과 속력으로 주사  
 하는 자 동식 주사장치 및 주사방법

【제출원인】  
   【발송번호】 9-5-2002-0315563-90  
   【발송일자】 2002.08.30  
   【보정할 서류】 명세서등

【보정할 사항】  
   【보정대상항목】 별지와 같음  
   【보정방법】 별지와 같음  
   【보정내용】 별지와 같음

【취지】 특허법시행규칙 제13조·실용신안법시행규칙 제8조의 규정  
 에 의하여 위와 같 이 제출합니다. 대리인  
 박장원 (인)

【수수료】  
   【보정료】 0 원  
   【추가심사청구료】 0 원  
   【기타 수수료】 0 원  
   【합계】 0 원

출력 일자: 2003/4/19

1020020036465

【첨부서류】

1. 보정내용을 증명하는 서류\_1통

## 【보정대상항목】 요약

## 【보정방법】 정정

## 【보정내용】

본 발명은 줌 광학계가 장착된 주야간 정찰/감시용 카메라에 적용시켜 운용효율성을 향상시킨 장치로서, 운용자가 줌 광학계의 시계(또는 배율)를 변화시키면 카메라 구동기 시선(line of sight : LOS)의 주사운동 상태가 자동으로 변하는 자동식 주사장치를 제공한다. 본 발명은 새로운 주사 메카니즘을 개발하고, 이를 프로그램화하여 저장수단에 탑재하여 신개념의 주사기능을 구현한 것으로서, 기술적인 특징은 다음과 같다. 카메라의 시계를 변화시키면, 시계에 따라 주사운동 폭(scan width)과 속력(rate)이 자동으로 설정된다. 시계에 따른 주사운동 상태의 변화는 다음의 두 가지 함수 형태로 표현된다.;  $\text{scan width} = f(m, \text{FOV})$ ,  $\text{scan rate} = g(n, \text{FOV})$ , 여기서  $m$ : 관측폭 상수,  $n$ : 눈의 감도임.  $m$ ,  $n$ 의 정의와 변화범위는 카메라에 대한 관측범위 요구조건, 운동에 의한 화질저하 효과, 인간 눈의 감도 등을 고려한 분석결과를 토대로 결정된다. 또한, 운용자마다 관측능력이 다르기 때문에, 주사폭과 속력의 시계에 대한 민감도를 각각 관측폭 상수  $m$ 과 눈의 감도  $n$ 으로 교정할 수 있게 하여 사용자가 자기에게 적합한 함수 형태를 선택하게 한다. 본 발명이 적용된 헬기용 정찰/감시 카메라를 제작하고, 시험함으로써 그 효율성을 확인하였다.

1020020036465

【보정대상항목】 발명(고안)의 명칭

【보정방법】 정정

【보정내용】

줌 광학계의 시계에 의존하는 주사폭과 속력으로 주사하는 자동식 주사장치및 주사방법{AUTOMATIC SCAN APPARATUS SWEEPING WITH SCAN WIDTH AND RATE DEPENDENT ON FIELD OF VIEW IN ZOOM OPTICS FIELD AND SCANNING METHOD}

【보정대상항목】 식별번호 21

【보정방법】 정정

【보정내용】

종래의 정찰/감시용 카메라의 광학계는 시계(또는 배율)는 2 또는 3 단계로 구성된 방식으로, 카메라 구동기의 주사장치는 광학계의 시계와 무관하게 운용자가 경험적으로 주사폭(scan width)과 주사속력(scan rate)을 선택하는 수동식이었다. 시계의 변화가 2 또는 3 단계인 경우에는 이러한 수동식 주사장치를 사용해도 큰 불편함이 없었다.(여기서, 주사장치는 카메라의 시선을 운용자가 설정한 주사속력으로 주사폭 내에서 회전시키는 장치임. 이것은 검출기를 주사하여 화면을 구성하는 프레임(frame)을 만드는데 사용되는 열상모듈 내의 주사장치와 다름.)

【보정대상항목】 식별번호 22

【보정방법】 정정

【보정내용】

그러나 최근에 배율을 연속적으로 변화시킬 수 있는 줌 광학계(> 20 배)가 개발되면서 기존의 수동장치를 줌 광학계에 적용시킬 경우, 시계를 변화시킬 때마다 주사폭과 속력을 다르게 설정해 주어야 하므로 운용하기에 매우 불편해진다. 이러한 이유로 시계의 변화에 따라 자동으로 주사폭과 속력이 결정되는 자동식 주사장치의 필요성이 대두되었다.

【보정대상항목】 식별번호 23

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 식별번호 24

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 식별번호 25

【보정방법】 정정

【보정내용】

따라서, 본 발명의 목적은 줌 광학계를 장착한 카메라에서 광학계의 시계(또는 배율)를 연속적으로 변화시킬 때, 시계에 의존하여 주사폭과 속력이 자동적으로 결정되어 구동기를 회전시키는 자동식 주사장치를 제공하는데 있다.

또한, 본 발명의 목적은 사용자의 관측능력(관측폭 상수  $m$ , 눈의 감도  $n$ )에 따라 주사폭과 속력의 시계에 대한 민감도를 다르게 설정할 수 있는 자동식 주사장치를 제공하는 데 있다.

기타, 본 발명의 목적 및 특징은 후술하는 상세한 설명에서 더욱 구체적으로 드러날 것이다.

【보정대상항목】 식별번호 26

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 식별번호 27

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 식별번호 28

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 식별번호 29

【보정방법】 정정

【보정내용】

본 발명이 종래의 수동식 주사장치와 다른 점은 다음과 같다.

첫째, 2 또는 3 단계 배율로 구성된 광학계에 적용되는 수동주사장치는 시계와 무관하

게 운용자가 주사폭과 속력을 경험적으로 선택한다. 그러나 본 발명에 의한 자동주사장치를 사용하면, 운용자가 선택한 시계에 직접 의존하여 주사폭과 속력이 자동적으로 설정되므로, 시계의 변화에 따라 주사폭과 속력을 매번 변경해주어야 하는 수동식의 불편함이 해결된다.(줌 광학계란 일반적으로 연속 줌 광학계를 의미한다. 광학계의 배율의 변화가 2 또는 3 단계인 경우 이를 줌 광학계와 구분하기 위해 스텝-줌(Step-zoom) 광학계라고 부르기도 함.)

두번 째, 운용자마다 얼마나 넓은 영역을 얼마의 빠르기로 관측할 수 있는지 하는 관측능력이 다르기 때문에 시계 변화에 대한 주사폭과 속력의 민감도를 다르게 설정할 필요가 있다. 즉  $\text{scan width} = f(m, \text{FOV})$ ,  $\text{scan rate} = g(n, \text{FOV})$ 에서 주사운동의 시계에 대한 민감도를 관측폭 상수  $m$ 과 눈의 감도  $n$ 으로 교정할 수 있게 하여 사용자가 자기에게 적합한 함수 형태를 선택하게 한다.

본 발명은 운용자가 선택한 광학계의 시계에 직접 의존하여 구동기의 주사폭과 속력이 결정되고, 한 이들의 시계에 대한 민감도를 운용자의 관측능력(관측폭 상수  $m$ , 눈의 감도  $n$ )에 따라 다르게 설정할 수 있는 장점을 갖고 있다. 따라서, 주사폭과 속력을 경험적으로 선택하는 기존의 수동식 보다 정찰/감시 임무에 훨씬 실용적이며, 운용 효율성도 크다.

【보정대상항목】 식별번호 31

【보정방법】 정정

【보정내용】

도 1a는 헬기의 정찰 모습을 보여주는 모식도이며, 도 1b는 헬기 앞 부분에 장착된 센서 구동기(TFU)의 모습이다. 센서 구동기는 고각과 방위각 방향으로 회전하여 카메라

1020020036465

시선의 방향을 바꾸어 준다. 주사란 방위각 면상에서 구동기에 의해 카메라 시선이 주사 기준을 중심으로 단진동 형태로 왕복운동하는 것을 의미한다 (도 1a)

【보정대상항목】 식별번호 33

【보정방법】 정정

【보정내용】

먼저 줌 광학계를 장착한 주야간 정찰/감시용 카메라의 활용목적인 정찰임무를 고려한다. 원거리에서 광시계(wide field of view: WFOV)로 넓은 영역을 주사하며 정찰/감시하다가 표적을 발견하면 협시계(narrow field of view: NFOV)로 전환시키면서 주사하는 폭을 줄이고, 또 주사속력도 줄여 자세하게 관측한다. 따라서 주사폭과 속력을 광학계 배율의 함수로 표현함으로써, 운용자가 선택한 광학계 시계에 직접 의존하여 주사폭과 속력이 결정되게 하고, 주사운동 중이라도 다른 지역을 관측하기 위해 주사기준(시선의 초기 값)을 변화시킬 수 있게 한다. 또한 관측범위 요구조건, 주사운동에 의한 화질 저하 효과, 눈의 감도를 고려함으로써 주사폭과 속력의 시계에 대한 민감도를 관측폭 상수( $m$ )와 눈의 감도( $n$ )를 매개로 가변할 수 있게 한다. 본 발명이 적용되는 실제 응용에서는 상기 두 파라메타( $m, n$ )를 조절할 수 있는 교정모드를 만들고 이를 통하여 새로운 값을 설정할 수 있게끔 한다.

【보정대상항목】 식별번호 49

【보정방법】 정정

【보정내용】

표 1 에 MTF와 인지 및 탐지거리 간의 관계를 보였는데, Nyquist 주파수에서,  $vt=p$  ( $p$ : 화소크기) 이면,  $MTF_{blur}$ 는 약 36 %가 저하되고  $vt=p/2$  이면  $MTF_{blur}$ 는 10%가 저하되며, 주사운동이 없으면 운동에 의한 MTF 저하현상은 없다. 즉, 주사속력이 빨라질수록 부예화(blur) 현상이 커져 화질이 나빠지므로 인지거리 (recognition range)와 탐지거리 (detection range) 가 짧아짐을 알 수 있다.

【보정대상항목】 식별번호 50

【보정방법】 정정

【보정내용】

【표 1】

주사속도에 따른 MTF 저하량과 탐지 및 인지거리

vt	p	$2p/3$	$p/2$	$2p/5$	no scan
motional	0.637	0.827	0.900	0.935	1.000
인식거리(km)	1.52	1.60	1.63	1.65	1.67
탐지거리(km)	3.81	3.92	3.95	3.97	4.00

【보정대상항목】 식별번호 51

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 식별번호 53

【보정방법】 정정

【보정내용】

도 3을 참고하여, 평균주사속력은 주어진 시간동안 시선이 한 개의 검출기 화소 (pixel)  $p$ 에 대응하는 지상화소를 주사하는 속력으로 정의된다. 평균주사속력( $v$ )은 표 1의 결과로부터 운동에 의한 인지거리 저하가 약 10% 이고 탐지거리 저하가 약 5%인  $vt \leq p$  로 제한한다. 도 3으로부터 지상화소  $T_x$ 의 크기는

【보정대상항목】 식별번호 70

【보정방법】 정정

【보정내용】

평균주사속력

【보정대상항목】 식별번호 77

【보정방법】 정정

【보정내용】

여기서  $C$ 는 상수이다. 이 식의 물리적인 의미는 시계가 증가함에 따라 주사속력이 증가하고, 또 주사속력을 눈의 감도에 따라 달리 정할 수 있음을 뜻한다.

【보정대상항목】 식별번호 78

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 식별번호 79

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 식별번호 82

【보정방법】 정정

【보정내용】

도 5a에서 실선( $t_e = 0.05 \text{ sec}$ )의 경우 서보 오차처리 능력(servo error control capacity)을 초과한다. 서보 오차처리 능력은 서보제어기가 무리없이 구동기를 회전시킬 수 있는 능력을 의미한다. 전방관측 적외선장비(HFLIR)의 경우 실측한 값은  $14.3 \text{ /s}$  ( $= 0.25 \text{ rad/sec}$ )로서, 이 값보다 큰 경우 회전시 튀는 현상이 나타난다. 따라서 이 실선과 서보에 의한 제한선( $0.25 \text{ rad/s}$ )을 포용하는 곡선을 만들면 도 5c에 보인 곡선과 같다. 즉, 도 5b의 주사속력이 직선인 반면에 도 5c에서는 곡선인 이유는 서보의 에러처리 능력을 반영하여 도 5b의 직선과 서보능력에 의한 제한직선을 하나의 곡선으로 변형(regression)하였기 때문이다.

【보정대상항목】 식별번호 84

【보정방법】 정정

【보정내용】

$$\Omega_s = n(t_e) \cdot \ln(FOV) \quad (14)$$

【보정대상항목】 식별번호 85

【보정방법】 정정

【보정내용】

$$n(t_e) = \frac{C}{t_e} \quad (15)$$

【보정대상항목】 식별번호 88

【보정방법】 정정

【보정내용】

본 발명의 주사장치는 줌 광학계에 적용되어 시계에 따라 주사폭과 주사속력을 자동으로 결정한다. 주사운동의 초기값은 이전의 모드에서 설정된 값 (고각과 방위각)을 기준으로 하거나 주사모드 중에 입력된 수동 명령값으로 한다. 설정된 시선은 예를 들어 (14)식으로 결정된 평균주사속력으로 (1)식에서 결정된 주사폭 범위를 주사한다. 따라서 이러한 운동현상은 아래의 식으로 함축하여 표현할 수 있다.

【보정대상항목】 식별번호 89

【보정방법】 정정

【보정내용】

$$\left\{ \begin{array}{l} \odot_{SCAN}(AZ_{LOS}) \\ \odot_{SCAN}(EL_{LOS}) \end{array} \right\} = \left\{ \begin{array}{l} (m \cdot FOV) \cdot \sin\left[\frac{\pi \cdot n(t_e)}{2m \cdot FOV} \cdot \ln(FOV) \cdot t\right] + AZ_{LOS} \\ EL_{LOS} \end{array} \right\} \quad (16)$$

【보정대상항목】 식별번호 90

【보정방법】 정정

【보정내용】

여기서  $AZ_{LOS}$ 와  $EL_{LOS}$ 는 각각 시선의 방위각과 고각의 기준 값이다. 위 식에서 sine 함수내의 주사속력이 (14)식과 달리 다른 인자,  $\pi/(2m \cdot FOV)$ ,가 추가되는 이유는 (16)식에서는 순간주사속력이고, (14)식은 평균주사속력이기 때문이다.

【보정대상항목】 식별번호 100

【보정방법】 정정

【보정내용】

본 발명에서 구현한 자동식 주사장치는 주사폭과 주사속력이 운용자가 선택한 광학계 시계에 직접 의존하여 결정되게 하고, 또한 주사폭과 주사속력의 시계에 대한 민감도를 각각 관측폭 상수( $m$ )과 눈의 감도인자( $n$ )를 매개로 가변시킬 수 있게 한다. 또한 주사운동의 기준(시선의 초기 값)은 안정화 LOOP에서 입력된 수동명령에 의해 결정되며, 수동명령이 없는 경우 이전모드에서 설정된 값을 따른다.

【보정대상항목】 식별번호 105

【보정방법】 정정

【보정내용】

④ DSC에서는 ②와 ③의 프로세스 [주사폭 :  $\text{Scan width} = m \cdot FOV$  ; 주사율 :  $\text{Scan rate} = f(n(t_e), FOV)$ ]에 따라 시계에 의해 결정된 주사폭과 주사속력을 서보의 위치 LOOP에 입력한다(도 11 참조). 이때, 현 시선의 위치 (고각과 방위각)가 위치 LOOP로 입

력된다. 이 값은 주사운동의 기준이 된다. 또한 주사모드일지라도 조종간으로 시선의 방향을 바꾸면, 이 명령이 위치 LOOP에 입력되어 주사기준이 변하게 한다.

【보정대상항목】 식별번호 112

【보정방법】 정정

【보정내용】

위의 프로세스를 순서도로 나타내면 도 11과 같다. 한편, 도 9b와 9c에서 타원으로 표시한 집적회로는 EPROM(electronic programmable read only memory) 기능을 가진 플래쉬 메모리(FLASH MEMORY)이다. 여기에 도 11의 순서도로 요약된 주사 프로세스가 프로그램화되어 내장된다.

【보정대상항목】 식별번호 115

【보정방법】 정정

【보정내용】

시계는 헬기가 비행하는 동안 조종사가 쉽게 조절할 수 있어야 하므로 조종간에 할당하는 것이 바람직하다(예를 들면, 도 8a의 ㉔키로 시계 조절). 따라서 조종간으로 시계를 조절하면, 주사 프로세스에 따라 시계에 의존하여 주사폭과 주사속력이 자동으로 설정되고, 시계의 변화는 모니터 상에 나타난다(도 8b에는 표시하지 않음). 또한 주사폭과 주사속력의 시계에 대한 민감도는 운용자마다 자기에게 적합한 값이 있으므로, 운용자가 정찰을 수행하기 전에 주사 파라미터( $m$ ,  $n$ )를 결정하고, 한 번 설정하면 운용자가 바뀌지 않는 한 변화시키지 않는다. 따라서 주사폭과 속력을 결정하는 비례상수  $m$ 과  $n(t_e)$ 을 설정할 수 있게 교정모드를 만든다.

【보정대상항목】 식별번호 118

【보정방법】 정정

【보정내용】

【표 2】

주사폭(WIDTH) 비례상수와 m, 주사율(RATE) 비례상수와 n( $t_e$ ) 간의 관계

주사폭		주사율		비 고
m	WIDTH 비례상수	$t_e$	RATE 비례상수	
4.0	+1.6	0.054	+1.6	
3.5	+1.4	0.071	+1.4	
3.0	+1.2	0.083	+1.2	
2.5	+1.0	0.100	+1.0	typical case
2.0	+0.8	0.125	+0.8	

【보정대상항목】 식별번호 119

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 청구항 1

【보정방법】 정정

【보정내용】

시계(FOV: field of view)를 연속적으로 변화시킬 수 있는 줌(zoom) 광학계에 적용된 주사장치에서,

광학계의 주사폭(scan width)은 다음의 관계에 따라 시계에 의존하여 결정되고

$$W_s = m \times FOV$$

(여기서,  $W_s$ 는 주사폭, FOV는 시계, m은 관측범위에 따라 결정되는 관측폭 상수)

광학계의 주사속력(scan rate)은 다음의 관계에 따라 시계에 의존하여 결정되는

$$\Omega_s = \frac{C}{t_e} \cdot \tan\left(\frac{FOV}{2}\right)$$

(여기서,  $\Omega_s$ 는 주사속력,  $t_e$ 는 눈의 적분시간,  $C$ 는 상수)

것을 특징으로 하는 줌 광학계의 시계에 의존하여 주사폭과 주사속력을 결정하는 주사방법.

【보정대상항목】 청구항 2

【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 청구항 3

【보정방법】 정정

【보정내용】

제 1항에 있어서,  $m$ 의 범위는 2.0 ~ 4.0의 범위인 줌 광학계의 시계에 의존하여 주사폭과 주사속력을 결정하는 주사방법.

【보정대상항목】 청구항 4

【보정방법】 정정

【보정내용】

제 1항에 있어서,  $t_e$ 의 범위는 0.05 ~ 0.125 sec의 범위인 줌 광학계의 시계에 의존하여 주사폭과 주사속력을 결정하는 주사방법.

【보정대상항목】 청구항 5

【보정방법】 정정

【보정내용】

시계(field of view)를 연속적으로 변화시킬 수 있는 줌(zoom) 광학계에 적용된 주사장치에서,

광학계의 주사폭(scan width)은 다음의 관계에 따라 시계에 의존하여 결정되고

$$W_s = m \times FOV$$

(여기서,  $W_s$ 는 주사폭,  $FOV$ 는 시계,  $m$ 은 관측범위에 따라 결정되는 관측폭 상수)

광학계의 주사속력(scan rate)은 다음의 관계에 따라 시계에 의존하여 결정되는

$$\Omega_s = n(t_e) \cdot \ln(FOV), \quad n(t_e) = \frac{C}{t_e}$$

(여기서,  $\Omega_s$ 는 주사속력,  $t_e$ 는 눈의 적분시간,  $C$ 는 상수)

것을 특징으로 하는 줌 광학계의 시계에 의존하여 주사폭과 주사속력을 결정하는 주사방법.

【보정대상항목】 청구항 6

【보정방법】 정정

【보정내용】

제 5항에 있어서,  $m$ 의 범위는 2.0 ~ 4.0의 범위이고,  $t_e$ 의 범위는 0.05 ~ 0.125 sec의 범위인 줌 광학계의 시계에 의존하여 주사폭과 주사속력을 결정하는 주사방법.

【보정대상항목】 청구항 7

【보정방법】 정정

【보정내용】

시계(field of view)를 연속적으로 변화시킬 수 있는 줌 광학계와 안정화 구동기를 포함하는 센서 구동부와,

영상정보를 보여주는 모니터와,

모니터에 표시된 항목을 선택하여 실행하도록 하는 조종간과,

다른 구성모듈과 연결되어 이들로부터 발생하는 모든 정보를 받거나 전달하면서 시스템을 총괄하고, 운용자의 명령에 따라 주사장치를 운용해주는 시스템 제어 프로세서와,

시스템 제어 프로세서로부터 시계, 구동부의 위치 정보를 받아 구동부를 제어하는 서보 제어기를 포함하여 구성되며,

시계 (field of view)를 연속적으로 변화시킬 수 있는 줌(zoom) 광학계를 포함하는 카메라 장비에서, 광학계의 주사폭 및 주사속력은 다음과 같은 관계에 따라

$$\text{주사폭} = f(\text{시계}, m); \text{시계에 대해 단조증가함수}$$

$$\text{주사속도} = g(\text{시계}, n); \text{시계에 대해 단조증가함수}$$

(여기서, 여기서,  $m$ 은 관측범위에 따라 결정되는 관측폭 상수,  $n$ 은 사용자의 눈의 감도에 따라 결정되는 감지인자) 결정되도록 프로그램화된 주사프로세스를 저장하는 기억 수단을 포함하여 구성되는

자동식 주사장치.

【보정대상항목】 청구항 9

【보정방법】 정정

【보정내용】

제 8항에 있어서, m의 범위는 2.0 ~ 4.0의 범위인 자동식 주사장치.

【보정대상항목】 청구항 15

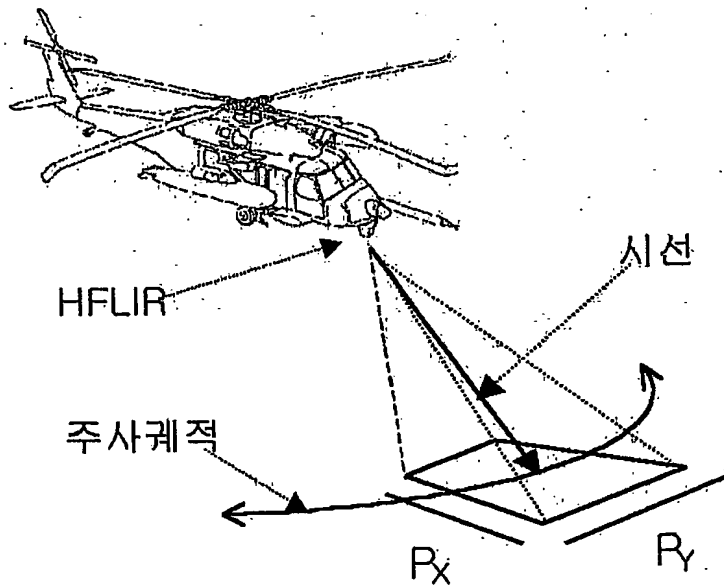
【보정방법】 삭제

【보정대상항목】 도 1a

【보정방법】 정정

【보정내용】

【도 1a】



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2002.06.27
【국제특허분류】	G06F 3/00
【발명의 명칭】	중 광학계의 시계에 의존하는 주사폭과 속력으로 주사하는 자동식 주사장치
【발명의 영문명칭】	AUTOMATIC SCAN APPARATUS SWEEPING WITH SCAN WIDTH AND RATE DEPENDENT ON THE FIELD OF VIEW IN ZOOM OPTICS
【출원인】	
【명칭】	국방과학연구소
【출원인코드】	3-1998-005826-2
【대리인】	
【성명】	박장원
【대리인코드】	9-1998-000202-3
【포괄위임등록번호】	2001-014533-2
【발명자】	
【성명의 국문표기】	한기태
【성명의 영문표기】	HAN, Kee Tae
【주민등록번호】	640105-1408427
【우편번호】	305-330
【주소】	대전광역시 유성구 지족동 880 열매마을아파트 608동 701 호
【국적】	KR
【공개형태】	간행물 발표
【공개일자】	2001.12.31
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규종 에 의한 출원심사 를 청구합니다. 대리인 박장원 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	18 면 18,000 원

1020020036465

출력 일자: 2003/4/19

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	15	항	589,000	원
【합계】	636,000	원		
【감면사유】	정부출연연구기관			
【감면후 수수료】	318,000	원		
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 공지에외적용대상(신규성상 실의예외, 출원시의특례)규정을 적용받 기 위한 증명서류_ 통			

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명은 줌 광학계가 장착된 주야간 정찰/감시용 카메라에 적용시켜 정찰 및 감시임무의 효율성을 극대화할 수 있는 장치로서, 줌 광학계의 시계(또는 배율)를 변화시키면 구동기의 주사폭과 주사속력이 자동으로 변하는 자동식 주사장치를 제공한다. 본 발명에 의한 주사장치는 주사운동 중이라도 카메라 시선(line of sight : LOS)의 기준(초기 값)을 변화시킬 수 있다. 또한, 사용자마다 관측능력이 다르므로 주사폭과 주사속력을 각각 관측폭 상수와 눈의 감도에 따라 교정할 수 있도록 한다. 본 발명의 기술적인 특징은 다음과 같다. 정찰임무의 기본개념과 줌 광학계의 특성을 감안하여 시계(field of view: FOV)에 의존하여 자동으로 변하는 주사기구(scan mechanism)를 설계하고, 주사 모드에서도 다른 지역을 관측할 수 있도록 주사기준(시선의 초기 값)을 변경할 수 있게 하였다. 또한 관측범위 요구조건, 장비자체의 운동에 의한 화질의 저하 효과, 인간 눈의 감도, 서보제어기의 오차 처리능력을 분석하여 주사폭과 주사속력의 변화 범위와 간격을 설정하였다. 이러한 설계결과를 토대로 헬기 탑재용 정찰/감시 카메라를 제작하고 시험함으로써 그 효율성을 확인하였다.

## 【대표도】

도 5d

## 【색인어】

주사장치, 주사폭, 주사속력, 교정, 광학계 시계(또는 배율), 카메라의 시선

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

줌 광학계의 시계에 의존하는 주사폭과 속력으로 주사하는 자동식 주사장치  
 {AUTOMATIC SCAN APPARATUS SWEEPING WITH SCAN WIDTH AND RATE DEPENDENT ON THE FIELD OF  
 VIEW IN ZOOM OPTICS}

## 【도면의 간단한 설명】

- 도 1a는 헬기의 정찰 모습을 보여주는 모식도이다.
- 도 1b는 헬기의 앞 부분에 장착된 센서 구동기를 보여주는 측면도이다.
- 도 2는 주사폭의 시계 의존성을 보여주는 그래프이다.
- 도 3은 광학계의 초평면과 지상화소와의 관계를 보여주는 사시도이다.
- 도 4는 시계에 따른 초점거리 및 지상촬영면 간의 관계를 보여주는 모식도이다.
- 도 5a는 평균주사속력의 시계 의존성을 보여주는 그래프이다.
- 도 5b는 최대순간주사속력의 시계 의존성을 보여주는 그래프이다.
- 도 5c는 서버 처리능력의 한계를 고려한 변형된 주사속력의 시계 의존성을 보여주는 그래프이다.
- 도 5d는 시계에 따른 주사 프로파일 ( $t_e = 0.1$ )을 보여주는 그래프이다.
- 도 6은 본 발명이 적용된 카메라 장비의 구성요소들의 기능 관계를 보여주는 구성도이다.
- 도 7은 본 발명이 실제로 적용된 헬기 탑재용 전방관측 적외선 장비(HFLIR)를 보인 사진이다.

도 8a는 조종간을 보여주는 사시도이다.

도 8b는 주사폭(SCAN WIDTH)과 속력(RATE)을 설정하는 교정모드를 보여주는 모니터의 모식도이다.

도 9a는 실제 제작된 시스템 처리기(SEU)를 보여주는 사진이다.

도 9b는 실제 제작된 시스템 제어기(SCP)를 보여주는 사진이다.

도 9c는 실제 제작된 디지털 서보 제어기(DSC)를 보여주는 사진이다.

도 10는 센서 구동기(TFU)의 구성품별 명칭을 보여주는 사진이다.

도 11은 본 발명의 주사 프로세스를 보여주는 순서도이다.

도 12a는 본 발명에 따라 시계에 따른 주사폭의 변화를 실제 측정한 그래프이다.

도 12b는 본 발명에 따라 시계에 따른 주사속력의 변화를 실제 측정한 그래프이다.

#### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<21> 종래의 정찰/감시용 카메라의 광학계는 배율이 2 또는 3 단계로 구성된 방식으로서, 카메라 구동기의 주사장치는 광학계의 시계와 무관하게 구동기의 주사폭(scan width)과 주사속력(scan rate)을 선택하는 수동식이었고, 2 또는 3 단계의 배율이 고작인 경우 수동식 주사장치를 사용해도 큰 불편함이 없었다.(여기서, 주사장치는 카메라의 시선을 운용자가 설정한 주사속력으로 주사폭 내에서 회전시키는 장치임. 이것은 검출기를 주사하여 화면을 구성하는 프레임(frame)을 만드는데 사용되는 열상모듈 내의 주사장치와 다름.)

- <22> 최근에 배율을 연속적으로 변화시킬 수 있는 줌 광학계(> 20 배)가 개발되면서 기존의 수동식은 운용효율성 면에서 줌 광학계에 적합하지 않고, 광학계 시계의 변화에 따라 자동으로 주사폭과 속력이 결정되어 주사하는 자동식 주사장치의 개발이 절실한 실정이다. 본 발명은 종래의 2 또는 3 단계 배율로 구성된 광학계에서 쓰인 수동식 주사장치와 다른 점은 다음과 같다.
- <23> 첫째, 2 또는 3 단계 배율로 구성된 광학계를 사용하는 주사장치는 광학계의 시계와 무관하게 주사폭과 속력을 경험을 토대로 수동으로 선택해야 한다. 시계를 연속적으로 변경하는 줌 광학계의 경우, 수동식 주사장치를 사용하면 시계를 변경할 때마다 주사폭과 주사속력을 수동으로 바꿔 주어야 하는 불편함이 있다. 그러나 본 발명에 의한 자동식 주사장치는 사용자가 선택한 시계에 직접 의존하여 주사폭과 속력이 자동적으로 설정되므로, 시계의 변화에 따라 주사폭과 속력을 변경해주어야 하는 불편함이 해결된다.
- <24> 두번째, 주사폭과 속력의 조정범위와 간격은 관측범위 요구조건, 영상장비의 주사운동에 의한 화질저하(blur) 효과, 눈의 감도, 서보제어기의 오차처리능력 등을 분석하여 설정된 것이며, 사용자의 관측능력(관측폭 상수, 눈의 감도)에 따라 주사폭과 속력을 주어진 범위 내에서 일정한 간격으로 조정할 수 있도록 하였다.(줌 광학계란 일반적으로 연속 줌 광학계를 의미한다. 광학계의 배율의 변화가 2 또는 3 단계인 경우 이를 줌 광학계와 구분하기 위해 스텝-줌(Step-zoom) 광학계라고 부르기도 함.)

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <25> 따라서, 본 발명의 목적은 줌 광학계를 장착한 카메라의 시계를 연속적으로 변화시킬 때, 시계에 의존하여 주사폭과 속력이 자동적으로 결정되어 주사시키는 자동식 주사장치를 제공하는데 있다.
- <26> 주사운동 중이라도 주사기준(시선의 초기값)을 바꾸어 카메라 시선을 변화시킬 수 있는 주사장치를 제공하는데 있다.
- <27> 또한, 본 발명의 목적은 사용자의 관측능력(관측폭, 눈의 감도)에 따라 카메라 시선의 주사폭 및 주사속력을 다르게 설정할 수 있는 자동식 주사장치를 제공하는데 있다.
- <28> 기타, 본 발명의 목적 및 특징은 후술하는 상세한 설명에서 더욱 구체적으로 드러날 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

- <29> 본 발명은 운용자가 선택한 광학계의 시계에 직접 의존하여 주사폭과 속력이 결정되고, 또한 이들을 각각 운용자의 관측능력(관측폭 상수와 눈의 감도)에 따라 다르게 설정할 수 있는 장점을 갖고 있다. 따라서, 주사폭과 속력을 경험적으로 선택하는 기존의 수동식 보다 정찰/감시 임무에 훨씬 실용적이며, 운용 효율성도 크다.
- <30> 이하, 본 발명을 실제 적용하여 개발한 헬기용 전방관측 적외선 장비(HFLIR)의 예를 들어, 보다 구체적으로 설명하기로 하나, 후술하는 바와 같이 본 발명은 헬기를 포함한 항공기의 탑재용 카메라 이외에도 다양한 분야의 카메라 장비에 적용될 수 있다.

- <31> 도 1a는 헬기의 정찰 모습을 보여주는 모식도이며, 도 1b는 헬기 앞 부분에 장착된 센서 구동기(TFU)의 모습이다. 센서 구동기는 고각과 방위각 방향으로 회전하여 카메라 시선의 방향을 바꾸어 준다.
- <32> 본 발명에 의한 자동식 주사장치는 줌 광학계를 채택한 정찰/감시용 카메라에 적용되는 것으로, 설계 개념은 다음과 같다.
- <33> 먼저 줌 광학계를 장착한 주야간 정찰/감시용 카메라의 활용목적인 정찰임무를 고려한다. 원거리에서 광시계(wide field of view: WFOV)로 넓은 영역을 주사하며 정찰하다 표적을 발견하면 협시계(narrow field of view: NFOV)로 전환시키면서 주사하는 폭을 줄이고, 또 주사속력도 줄여 자세하게 관측한다. 따라서 주사폭과 속력을 광학계 배율의 함수로 표현함으로써, 운용자가 선택한 광학계 시계에 직접 의존하여 주사폭과 속력이 결정되게 하고, 주사운동 중이라도 다른 지역을 관측하기 위해 주사기준(시선의 초기값)을 변화시킬 수 있게 한다. 또한 관측범위 요구조건, 주사운동에 의한 화질저하 효과, 눈의 감도를 고려함으로써 주사폭과 속력을 관측폭 상수( $m$ )와 눈의 감도( $n$ )를 매개로 가변할 수 있게 한다. 본 발명이 적용되는 실제 응용에서는 상기 두 파라메타( $m, n$ )를 조절할 수 있는 교정모드를 만들고 이를 통하여 새로운 값을 설정할 수 있게끔 한다.
- <34> 주사폭과 속력 및 주사기구 일반식을 도출한 과정은 다음과 같다.
- <35> 주사폭
- <36> 주사란 방위각 면상에서 카메라의 시선이 회전하는 것을 의미한다. 본 발명에서 주사폭(scan width)  $W_S$ 은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

<37>  $W_s = \pm(m \times FOV)$  (1)

<38> 여기서  $m$ 은 사용자의 관측범위(Field of Regard : FOR) 요구조건에 따라 결정되는 관측폭 상수이다. 관측범위는 아래와 같이 결정된다.

<39>  $FOR = \pm\left(m + \frac{1}{2}\right) \cdot WFOV$  (2)

<40> 광시계가  $40^\circ$ 일때,  $360^\circ$ 전 방향을 관측하려면  $FOR = \pm 180^\circ$ 이므로 (2) 식으로부터  $m = 4$  이다. 카메라의 시선은 화면의 중앙이므로  $WFOV = 40^\circ$ 인 경우 시선을 기준으로 좌우로  $20^\circ$ 범위를 관측하므로 주사폭을  $4 \times 40^\circ = 160^\circ$ 으로 만큼 정하면  $180^\circ$ 를 관측할 수 있으며, 이를 좌우 양쪽으로 주사하면  $360^\circ$ 전 방향을 관측할 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 전방향 관측조건을 고려하여  $m$  값을 2.0에서 4.0의 범위로 한정한다.

<41> 도 2에 보인 바와 같이 몇 개의  $m$  값에 대하여 주사폭의 시계 의존성을 보였는데, 주사폭은 시계에 선형적으로 비례함을 알 수 있다.

<42> 주사속력

<43> 적외선 영상장비의 시스템의 경우, 성능 파라메타인 최소분해온도 (minimum resolvable temperature : 이하, MRT라 함)은 아래와 같이 주어진다(MRT 이론).

<44> 
$$MRT = 0.98 \frac{SNR_{th} \cdot \Delta T \cdot v}{MTF_{tot}(v) \cdot v_N} \cdot \left(\frac{\alpha}{7n}\right)^{1/2}$$
 (3)

<45> 여기서  $SNR_{th}$ 는 문턱 신호대 잡음비(threshold signal to noise ratio)이며,  $SNR_{th}=2.28$  이다.  $\Delta T$ 는 시스템의 온도등가잡음(noise equivalent temperature : NETD)이고,  $MTF_{tot}$ 은 시스템의 변조전달 함수(modulation transfer function : MTF)이다. 또

1020020036465

$v_N$  과  $a$  는 각각 Nyquist 주파수와 화소의 양상비이고,  $n=(2/3)t_e/t_{\text{frame}}$  이다 ( $1 \leq n \leq 4.44$ ). 여기서,  $t_e$  는 눈의 적분시간,  $t_{\text{frame}}$  은 1 프레임 시간이다.  $t_e$  는 통상적으로 0.05 ~ 0.2초의 범위를 갖는다.

<46> (3)식의 MRT 이론에 의하면, 적외선 장비의 화질은 시스템의 잡음( $\Delta T$  : NETD)이 적을수록, MTF 성능이 좋을수록 향상된다. 시스템의 MTF 를 떨어뜨리는 요인 중의 하나는 아래의 (4)식으로 표현되는 운동효과 ( $MTF_{\text{blur}}$ ) 이다.

<47> 
$$MTF_{\text{blur}} = \text{sinc}(\pi \cdot v \cdot t \cdot N) \quad (4)$$

<48> 여기서  $v$ ,  $t$  과  $N$  는 각각 주사속력, 주사시간 및 공간주파수이다. (4)식으로부터 알 수 있듯이 주사속력이 커지면  $MTF_{\text{blur}}$  값이 작아지므로 시스템 MTF도 작아진다. 그 결과 MRT 값이 커져 화질이 나빠진다.

<49> 표 1 에 MTF와 인지 및 탐지거리 간의 관계를 보였는데, Nyquist 주파수에서,  $vt=p$  ( $p$ : 화소크기) 이면,  $MTF_{\text{blur}}$  는 약 36 %가 저하되고  $vt=p/2$  이면  $MTF_{\text{blur}}$  는 10%가 저하되며, 주사운동이 없으면 운동에 의한 MTF 저하현상은 없다. 그 결과 주사속력이 느릴수록 부예화(blur) 현상이 적어 화질이 좋으므로 인지거리 (recognition range)와 탐지거리 (detection range) 가 길어짐을 알 수 있다.

<50> 주사속도에 따른 MTF 저하량과 탐지 및 인지거리

<51> 【표 1】

$vt$	$p$	$2p/3$	$p/2$	$2p/5$	no scan
motional	0.637	0.827	0.900	0.935	1.000
MTF저하량(kHz)	1.52	1.60	1.63	1.65	1.67
탐지거리(km)	3.81	3.92	3.95	3.97	4.00

&lt;52&gt;

## 주사속력 도출조건

<53> 평균주사속력은, 도 3을 참고하여, 주어진 시간동안 시선이 한 개의 화소(pixel) p에 대응하는 지상화소를 주사하는 속력을 고려하여 산출할 수 있다. 평균주사속력(v)은 표 1의 결과로부터 운동에 의한 인지거리 저하가 약 10% 이고 탐지거리 저하가 약 5%인  $vt \leq p$  로 제한한다. 도 3으로부터 지상화소  $T_x$ 의 크기는

$$\text{<54> } T_x = \frac{R \cdot p}{f \cdot \sin \theta} \quad (5)$$

<55> 여기서,  $R = \frac{h}{\sin \theta}$  으로 주어진다. 여기서 R은 카메라로부터 지상화소까지의 거리이고, p는 화소의 크기이며, 또 h와  $\theta$ 은 각각 헬리콥터의 고도와 카메라 시선의 고각이다.

&lt;56&gt;

## 시계와 초점거리 간의 관계

<57> 도 4는 줌 광학계의 시계와 초점 간의 관계를 보인 것이다. 시계의 변화에 따라 지상 촬영면의 변화를 나타내었다. 광시계(Wide field of view :WFOV)일 경우 촬영면이 넓은 것을 볼 수 있다.

&lt;58&gt;

도 4에 보인 것처럼 시계가 작아지면(WFOV  $\rightarrow$  NFOV) 초점거리는 길어진다( $f_{WFOV} \rightarrow f_{NFOV}$ ). 초점거리(f)를 시계의 함수로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{<59> } f = \frac{l_x}{2 \cdot \tan\left(\frac{FOV}{2}\right)} \quad (6)$$

<60> 위 식에서  $l_x$ 는 초평면의 x-성분에 해당하며, 초평면이 240 × 20 개의 화소로 이루어져 있다면  $l_x$ 는 240p가 된다.

<61> 자상화소의 크기

<62> (6)식으로부터, 한 개의 화소(p)에 대응하는 지상화소의 x-성분  $T_x$  은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_x = \frac{2 \cdot h \cdot p \cdot \tan\left(\frac{FOV}{2}\right)}{\sin^2 \theta} \cdot \frac{1}{l_x} \quad (7)$$

<64> 또한, 초평면의 크기에 대응하는 지상촬영면의 크기  $P_x$  는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_x = \frac{l_x}{p} \cdot T_x \quad (8)$$

<66> 마찬가지로, 지상화소 T와 지상영상 P의 y 성분은 각각 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$T_y = \frac{2 \cdot h \cdot p \cdot \tan\left(\frac{FOV}{2}\right)}{\sin \theta} \cdot \frac{1}{l_y} \quad (9)$$

$$P_y = \frac{l_y}{p} \cdot T_y \quad (10)$$

<69> 여기서, 초평면이 240 × 20 개의 화소로 이루어져 있다면  $l_y$ 는 320p가 된다.

<70> <평균주사속력>

1020020036465

<71> 한편 y-방향으로 주사하므로 표 1에서 도출한  $vt \leq p$  인 조건으로부터 아래 (11)식의 조건이 성립된다. 즉, 한 개의 지상화소  $T_y$  를 주사하는데 걸리는 시간은 최소한 1 프레임 시간( $t_{frame}$ ) 보다 최소한 같거나 커야 하므로 평균주사속력( $\Omega_s$ )은 다음을 만족해야 한다.

$$\Omega_s \leq \frac{T_y}{R \cdot t_{frame}} = \frac{2 \cdot p \cdot \tan(\frac{FOV}{2})}{t_{frame} \cdot l_y} \quad (11)$$

<73> 한편, <MRT 이론>에서

$$t_{frame} = \frac{2}{3} \cdot t_e \cdot \frac{1}{n} \quad (12)$$

<75> 이므로 (11)식을  $t_e$ 와 FOV 의 함수로 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$\Omega_s = \frac{C}{t_e} \cdot \tan(\frac{FOV}{2}) \quad (13)$$

<77> 여기서 C는 상수이다. 본 발명이 적용된 경찰/감시용 카메라(HFLIR)의 경우, 열상 모듈의  $t_{frame} = 0.008$  s 이고  $t_e = 0.05$  s 이므로 (12)식으로부터  $n = 4$  임을 알 수 있다. 이를 (12)에 대입하고,  $t_{frame}$ 을 (11)식에 대입하여 평균주사속력의 상한을 구하면

$$\Omega_s = \frac{0.0375}{t_e} \cdot \tan(\frac{FOV}{2}) \quad (14)$$

<79> 이다. 이 식의 물리적인 의미는 시계가 증가함에 따라 주사속력이 증가하고, 또 주사속력을 눈의 감도에 따라 달리 정할 수 있음을 뜻한다.

- <80> 도 5a에  $t_e$ 가 0.05 sec., 0.1 sec., 0.2 sec. 인 경우의 평균주사속력을 시계의 변화에 따라 도시하였다. 평균주사속력은 거의 시계에 비례하는 것을 볼 수 있다.
- <81> 한편, 실제로 서보(servo) 제어기를 통하여 주사운동을 구현하면, sine 이나 cosine 형태로 진동을 한다. 즉, 주사폭의 양쪽 끝에서 시선은 멈추어 순간주사속력은 0 이고, 주사폭의 중앙에서는 최대이다. 도 5b에 주사폭 중앙에서의 최대순간주사속력을 보였는데, 직선의 기울기가 도 5a에서 기울기보다 큰 것을 알 수 있다.
- <82> 도 5a에서 실선( $t_e = 0.05$  sec)의 경우 서보 오차처리 능력(HFLIR를 예로 들면, 14.3. /s = 0.25 rad/sec)을 초과한다. 따라서 이 실선과 서보에 의한 제한선(0.25 rad/s)을 포용하는 곡선을 만들면 도 5c에 보인 곡선과 같다. 즉, 도 5b의 주사속력이 직선인 반면에 도 5c에서는 곡선인 이유는 서보의 에러처리 능력을 반영하여 도 5b의 직선과 서보능력에 의한 제한직선을 하나의 곡선으로 변형(regression)하였기 때문이다.
- <83> 이러한 곡선은 시계의 멱급수함수 또는 시계의 자연로그함수 꼴로 표현할 수 있으나, 여기서는 자연로그함수로 표현하였으며, 구체적으로는 다음과 같다.

$$\Omega_s = n(t_e) \cdot \ln(FOV) \quad (15)$$

$$n(t_e) = \frac{C'}{t_e} \quad (16)$$

<86> 여기서  $C'$ 는 상수이다.

<87> 주사기구의 일반식

<88> 본 발명의 주사장치는 줌 광학계에 적용되어 시계에 따라 주사폭과 주사속력이 자동으로 결정한다. 주사운동의 초기값은 이전의 모드에서 설정된 값 (고각과 방위각)을

기준으로 하거나 주사모드 중에 입력된 수동 명령값으로 한다. 설정된 시선은 예를 들어 (15)식으로 결정된 평균주사속력으로 (1)식에서 결정된 주사폭 범위를 주사한다. 따라서 이러한 운동현상은 아래의 식으로 함축하여 표현할 수 있다.

$$\begin{matrix} <89> \\ \left\{ \begin{matrix} \odot_{SCAN}(AZ_{LOS}) \\ \odot_{SCAN}(EL_{LOS}) \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} (m \cdot FOV) \cdot \sin\left[\frac{\pi \cdot n(t_e)}{2m \cdot FOV} \cdot \ln(FOV) \cdot t\right] + AZ_{LOS} \\ EL_{LOS} \end{matrix} \right\} \end{matrix} \quad (17)$$

<90> 여기서  $AZ_{LOS}$ 와  $EL_{LOS}$ 는 각각 시선의 방위각과 고각의 기준 값이다. 위 식에서 sine 함수내의 주사속력이 (15)식과 달리 다른 인자,  $\pi/(2m \cdot FOV)$ ,가 추가되는 이유는 (17)식에서는 순간주사속력이고, (15)식은 평균주사속력이기 때문이다.

<91> 장치 구성

<92> 도 6은 카메라 장비를 구성하는 각 모듈들의 일 실시 예를 도시한 것이다. 도면에서 카메라 장비는 모니터(MFDU: multi-function display unit), 조종간(MFCU: multi-function control unit), 시스템처리기(SEU: system electronics unit), 센서구동기(TFU: turret FLIR unit)등 4개의 LRU(line replaceable unit)로 구성된다.

<93> 모니터는 영상정보와 기호(문자 또는 부호)를 전시하거나 도시해 주고, 조종간은 모니터에 도시된 항목을 선택하여 실행함으로써 카메라 장비를 운용하는 수단으로 사용된다. 또 시스템처리기는 시스템 제어프로세서(SCP: system control processor), 디지털 서보제어기(DSC: digital servo controller), 비디오 결합기(VIF: video interface board), 전원기판(PWR : power board)과 열상모듈 전원기판(FEB :FLIR electronics power board) 등 총 5개의 보드로 구성된다.

- <94> SCP는 모든 구성모듈과 연결되어 이들로부터 발생하는 모든 정보를 받거나 전달하면서 시스템을 총괄하는 부분이다. DSC는 SCP로부터 시제와 시선제어 명령을 받아 센서 구동기(TFU)를 제어한다. VIF는 SCP로부터 전달받는 FLIR 정보에 따라 기호를 발생시키며, 열상모듈로부터 받은 열영상과 기호를 모니터에 전시하거나 도시한다. PWR과 FEB는 각 구성모듈에서 필요한 전원을 공급한다.
- <95> 센서구동기(TFU)는 열상모듈, 기계구조부, 안정화 구동부로 구성된다. 기계구조부는 4축 굴림대 구조물로서 내부와 외부굴림대로 구성되고, 각각 방위각과 고각 2축으로 구동된다. 내부굴림대에는 열상모듈과 포텐시오미터(potentiometer), 2축 자이로(Gyroscope)와 구동모터가 장착되어 있다. 외부굴림대는 내부굴림대에 종속되는데, 레졸버(resolver)와 구동모터가 장착되어 있다. 안정화 구동부는 서보증폭회로 기판과 전원 공급모듈(power pack module)로 구성된다.
- <96> 시선의 제어명령을 예로 들어 도 6을 설명하면 다음과 같다. 운용자가 조종간으로 시선제어명령을 주면, 이 명령은 시스템처리기의 SCP를 경유하여 DSC로 전달되어 자이로 구동신호를 발생시킨다. 자이로 구동신호는 TFU의 자이로스코프에 입력되어 이를 구동시키고, 자이로스코프의 출력은 다시 DSC로 궤환되어, 이 신호를 기준으로 내부굴림대 모터 구동명령이 발생된다. 이 명령은 TFU의 서보앰프 조립체에서 증폭된 후, 내부굴림대 모터를 구동시킨다. 이때 포텐시오미터는 내부굴림대와 외부굴림대 간의 위치 차이를 측정하여 DSC로 전달하며, DSC는 내부굴림대가 움직인 각도만큼 외부굴림대 모터구동신호를 발생시킨다. 이 모터신호는 서보앰프 조립체에서 증폭된 후, 외부굴림대 모터를 구동시켜 외부굴림대의 방향을 운용자가 원하는 관측방향(시선)으로 향하도록 한다. 이때 레졸버는 외부굴림대가 움직인 각도를 측정하여 DSC로 전달한다.

<97> 도 7은 본 발명이 적용되어 개발된 헬리콥터 탑재용 적외선 관측장비(HFLIR)를 적용 일례로 보인 것이다. 도 8a는 조종간을 보여주는 사시도이고, 도 8b는 교정모드를 보여주는 모니터의 모식도이다. 또한 도 9a는 실제로 제작된 SEU의 예를 보인 것으로, SEU에 내장된 7개의 기관을 보인 것이다 (이중 PWR 기관은 상자의 바닥에 설치되어 사진에는 보이지 않으며, 추적기(MMT)와 항법 결합기(AIF)는 본 발명이 직접적인 연관이 없으므로 설명하지 않음.) 도 9b와 9c는 각각 SCP와 DSC를 보인 것이다. 도 10는 실제로 제작된 센서 구동기(TFU)의 각 부분을 3 방향에서 보인 것이다.

<98> 이들 각 구성품들의 기능적 역할은 다음절의 <주사 프로세스>에서 한번 더 설명된다. 주사기구 일반식에서 도출한 주사모드 (17)식을 운용하기 위해 다음의 <주사 프로세서>를 작성하고, 이 절차에 따라 주사장치를 운용한다.

#### <99> 주사 프로세스

<100> 본 발명에서 구현한 자동식 주사장치는 주사폭과 주사속력이 운용자가 선택한 광학계 시계에 직접 의존하여 결정되게 하고, 또한 주사폭과 주사속력 표현식을 각각 관측폭 상수(m)과 눈의 감도인자(n)를 매개로 가변시킬 수 있게 한다. 또한 주사운동의 기준(시선의 초기 값)은 안정화 LOOP에서 입력된 수동명령에 의해 결정되며, 수동명령이 없는 경우 이전모드에서 설정된 값을 따른다.

<101> 도 6의 구성도를 토대로 주사모드 프로세스를 작성하면 다음과 같다.

<102> ① 도 8a의 조종간으로 모니터에 도시되는 메뉴 항목에서 주사모드를 실행한다 (도 8b에는 표시하지 않음).

- <103> ② 조종간으로 영상의 배율을 선택하면, 이 명령은 SCP를 통해 열상모듈로 전달되어 광학계의 시계가 변한다. 이때 시계는 모니터에 도시된다 (도 8b에는 표시하지 않음).
- <104> ③ 열상모듈은 시계 자료를 SCP로 전달하고, SCP는 이를 DSC로 전달한다.
- <105> ④ DSC에서는 2-②와 2-④의 프로세스 [주사폭 :  $\text{Scan width} = m \cdot \text{FOV}$  ; 주사율 :  $\text{Scan rate} = f(n(t_e), \text{FOV})$ ]에 따라 시계에 의해 결정된 주사폭과 주사속력을 서보의 위치 LOOP에 입력한다. 이때, 현 시선의 위치 (고각과 방위각)가 위치 LOOP로 입력된다. 이 값은 주사운동의 기준이 된다. 또한 주사모드일지라도 조종간으로 시선의 방향을 바꾸면, 이 명령이 위치 LOOP에 입력되어 주사기준이 변하게 한다.
- <106> ⑤ 주사 프로세스에 따른 시선의 변화는 안정화 LOOP의 자이로에 입력되어 관성평면으로부터 차이를 유발시키고, 안정화 제어기는 그 차이를 줄이는 방향으로 서보모터를 구동시켜 내부 굴림대를 움직여 준다 (도 10).
- <107> ⑥ 종속 LOOP 제어기는 내부 굴림대에 대한 외부 굴림대의 위치 차를 포텐시오메터로 읽어 그 차만큼 모터를 구동시켜 외부 굴림대를 움직여 준다 (도 10).
- <108> ⑦ 외부 굴림대의 위치를 레졸버로 읽어, 이 값과 위치 LOOP를 통해 입력되는 주사 파라메타와 비교하여 차이가 있으면, 없을 때까지 ④~⑥ 과정을 반복한다.
- <109> ⑧ 교정모드를 두어 조종사마다 자기에게 적합한 주사 파라메타 ( $m$ ,  $n$ 으로 결정)를 선택할 수 있게 한다. (여기서  $m$ 과  $n$ 은 도 8b의 교정페이지에서 WIDTH 와 RATE에 대응함. 표 2 참조)

- <110> ⑨ 시계에 따라 결정되는 주사폭과 주사속력이 조종사에게 부적절할 경우, 모니터의 교정페이지에서 비례상수 (WIDTH 와 RATE)를 바꾸어 입력함으로써, 조종사에게 적합한 주사 파라미터를 설정한다.
- <111> ⑩ 교정모드를 탈피하면, 시선구동모드는 수동모드로 전환되고, 새로 설정된 파라미터로 구동기를 주사시키기 위하여 주사모드를 실행한다.
- <112> 위의 프로세스를 순서도로 나타내면 도 11과 같다. 한편, 도 9b와 9c에서 타원으로 표시한 집적회로는 EPROM(electronic programmable read only memory) 기능을 가진 플래쉬 메모리(FLASH MEMORY)이다. 여기에 도 11의 순서도로 요약된 주사 프로세스 프로그램이 내장된다.
- <113> 주사 파라미터의 교정
- <114> 앞서, 제시한 주사폭 및 주사속력은 실제 운용자가 모니터 상에서 사용하기에 적합하도록 매개변수를 통하여 교정할 필요가 있다. 이를 위하여 시계 및 주사 파라미터를 설정할 수 있는 조종간이 필요하다. 헬기와 같은 항공기가 아닌 경우에는 키보드나 조이스틱 등이 해당될 수 있을 것이다.
- <115> 시계는 헬기가 비행하는 동안 조종사가 쉽게 조절할 수 있어야 하므로 조종간에 할당하는 것이 바람직하다(예를 들면, 도 8a의 ㉠키로 시계 조절). 따라서 조종간으로 시계를 조절하면, 주사 프로세스에 따라 시계에 의존하여 주사폭과 주사속력이 자동으로 설정되고, 시계의 변화는 모니터 상에 나타난다 (도 8b에는 표시하지 않음). 또한 주사폭과 주사속력은 운용자마다 자기에게 적합한 값이 있으므로, 운용자가 정찰을 수행하기 전에 주사 파라미터(m, n)를 결정하고, 한 번 설정하면 운용자가 바뀌지 않는 한 변화

시키지 않는다. 따라서 주사폭과 속력을 결정하는 비례상수  $m$ 과  $n(t_e)$ 을 설정할 수 있게 교정모드를 확립한다.

<116> 운용자는 모니터 상의 교정 페이지(도 8b)에서  $m$ ,  $n$  을 교정할 수 있다. 도 8b는 모니터 상의 교정모드의 일례를 도시한 것이다. 교정모드에서 주사 파라메타 <SCAN PARAMETER>는 WIDTH와 RATE로 구성된다. WIDTH와 RATE는 각각 관측폭 상수( $m$ )와 눈의 감도인자( $n(t_e)$ )에 대응한다. 이들 대응관계는 서로 상수배의 관계가 있으며, SCP에서 교정모드를 코딩할 때, 전형적인 경우인  $m=2.5$ 와  $n=0.100$ 초를 기준으로  $m$ ,  $n$ 의 증감폭을 단순화시킨 것이다.

<117> 교정방법의 일례는 다음과 같다. 조종간의 ⑥키로 커서를 발생시켜 ③ 키로 커서를 ⑤ WIDTH 또는 ⑦ RATE 항목으로 이동시켜 ④키로 이를 선택하면 커서가 깜빡인다. 커서가 깜빡이는 동안 조종간의 ⑥키로  $+1.6 \sim +0.8$  내에서 어느 값을 정한다. ④키를 누르면 깜빡임이 멈추며, 주사 파라미터 SET이 결정된다. 한편 WIDTH와  $m$  간의 관계, 또 RATE와  $n(t_e)$  간의 관계를 표 2에 보였다. 표에 보인 것처럼  $m = 2.5$ 는  $WIDTH = +1.0$ 에 해당되고,  $t_e = 0.1s$ 는  $RATE = +1.0$ 에 해당한다.

<118> 주사폭(WIDTH) 비례상수와  $m$ , 주사율(RATE) 비례상수와  $n(t_e)$  간의 관계

<119> 【표 2】

주사폭		주사율		비 고
$m$	WIDTH 비례상수	$t_e$	RATE 비례상수	
4.0	+1.6	0.054	+1.6	
3.5	+1.4	0.071	+1.4	
3.0	+1.2	0.083	+1.2	
2.5	+1.0	0.100	+1.0	typical case
2.0	+0.8	0.125	+0.8	

<120> 도 9b와 9c에서 타원으로 표시한 집적회로는 EPROM 기능을 가진 플래쉬 메모리이다. 도 11의 주사 프로세스 순서도에서 빗금이 없는 부분은 시스템 제어 프로세서(SCP)의 플래쉬 메모리(도 9b)에 내장되어 있고, 빗금친 부분은 디지털 서보제어기(DSC)의 플래쉬 메모리(도 9c)에 저장되어 있다.

#### <121> 시험 결과

<122> 도 12a 및 12b는 영상을 관측하면서 실제로 측정한 결과로서, 주사폭과 주사속력을 시계의 함수로 보인 것이다. 도 12a의 주사폭 측정값은 시계에 비례하는 것으로 측정되었는데, 이 결과는 도 2의 이론 값과 잘 일치한다. 또한 도 12b에 보인 것처럼 평균주사속력은 도 5c의 이론과 잘 일치한다. 이때 주사운동에 의한 화질의 저하현상은 거의 관측되지 않았다. 상기 도면에서, 주사폭과 주사속력 측정값은 여러 개의 직선 또는 곡선으로 구성되어 있다. 이러한 직선 또는 곡선은 관측폭 상수(m)를 달리하거나 사람마다 다른 눈의 감도인자(n)를 달리하여 측정한 것이다. 여러 곡선 중에서 어느 하나를 선택하는 방법은 표 2를 참고하여 교정 페이지(도 8b)에서 운용자에게 적합한 WIDTH 와 RATE 값을 설정하는 것이다.

<123> 도 12a와 12b의 시험결과를 토대로, 주사모드의 구현결과를 임무수행, 기능과 운용 효율성 등 3개의 측면에서 검토하였다.

<124> 먼저, 임무 측면을 보면, 원거리에서 광시계로 넓은 영역을 주사하며 비행하다가 관심있는 표적을 발견하면 협시계로 배율을 키워 자세하게 관찰하게 된다. 이때 관심 표적을 발견했기 때문에 그것을 중심으로 관측폭을 좁히며 천천히 주사하면서, 표적을 보다 세밀하게 관찰하게 된다. 시계가 증가함에 따라 주사 파라미터가 증가하는 시험결과(도 12a 및 12b)는 이러한 정찰의 기본개념이 잘 반영된 것이다.

<125> 또한, 기능 측면을 보면, 도 12a 및 12b에 보인 것처럼, 시계의 변화에 따라 주사폭과 주사속력이 단조증가함수로 자동으로 변하고, 또한 이 두 가지 곡선은 각각 관측폭 상수(m)와 눈의 감도인자(n)를 매개로 여러 개의 곡선들로 구성된다. 이러한 여러 개의 곡선들 중에서 하나를 선택하는 기능은 다음과 같다. 도 8a의 조종간의 ㉑키를 좌 또는 우로 밀어 시계를 증감시킬 수 있다. 이러한 시계의 증감에 따라 주사폭과 주사속력이 자동으로 변하며, 이를 시험결과(도 12a 와 12b)로부터 확인할 수 있다. 한편, WIDTH와 RATE의 선정은 다음과 같다. 교정 페이지(도 8b)에서 조종간의 ㉒키(도 8a)를 눌러 \*를 발생시켜 ㉓키로 \*를 WIDTH 또는 RATE로 이동시켜 ㉔키를 누르면 \*가 깜빡인다. \*가 깜빡이는 동안 조종간의 ㉕키를 상 또는 하로 밀어 +1.6 ~ +0.8 내에서 어느 한 값을 정한다. 그런 다음 ㉔키를 누르면 깜빡임이 멈추며, 설정된 값들(WIDTH, RATE)로 결정된다. 도 12a 및 12b의 여러 곡선들은 교정모드를 통하여 WIDTH와 RATE을 다르게 설정하여 측정한 결과이다. 이로부터 주사모드와 교정모드 및 조종간, 모니터의 기능이 정상적으로 구현되었음을 확인할 수 있다.

<126> 실제 운용측면에서 보면, 수동식 주사장치는 2 또는 3 단계 배율로 구성된 광학계에 적용된 방식이며 시계와 무관하게 주사폭과 주사속력을 경험에 비추어 조종사가 수동으로 선택하는 방식이다. 만일 줌 광학계에 수동식 주사장치를 적용하면, 배율을 변화시킬 때마다 주사폭과 주사속력을 번거롭게 설정해야 하므로 조종사가 운용하기에는 매우 불편해 진다. 그러나 본 발명의 자동식 주사장치를 줌 광학계에 적용하면 시계의 연속적 변화에 따라 주사폭과 주사속력이 자동으로 변하므로, 수동식 주사장치의 적용에 따른 번거로움이 해결된다. 시험결과 (도 12a 와 12b)로부터 알 수 있듯이 조종간으로 시계를

변화시킬 때, 시계의 변화에 따라 주사폭과 속력이 자동으로 변화였으며, 이러한 결과로부터 정찰임무의 효율성을 크게 향상되었음을 확인할 수 있다.

### 【발명의 효과】

- <127> 줌 광학계의 시계(배율)에 의존하여 주사폭과 주사속력이 변하는 자동식 주사장치는 정찰 및 감시임무의 효율성을 향상시킨다는 점에서 모든 정찰/감시용 카메라에 핵심적으로 채택될 방식으로 예상된다. 본 발명은 특히 방위산업분야, 즉 군용 헬리콥터, 무인 항공기(UAV), 함정, 기타 정찰 및 감시임무가 요구되는 군사지역 등에 탑재하거나 설치되는 모든 카메라(예를 들면, 전방관측 적외선 영상장비(FLIR), 주야간 TV 카메라 등)에 적용하여 임무 효율성을 높일 수 있다. 또한, 민수분야에 있어서도, 민간용 헬리콥터, 항공기, 함정이나 기타 정찰 및 감시임무가 필요한 장소(주차장, 공공건물 등)에 설치되는 모든 가시광선 및 적외선 카메라에 적용하여 운용 효율성을 향상시킬 수 있다.
- <128> 운용면에서 광시계(WFOV)인 경우 넓은 시야를 빠른 속도로 휩쓸면서 관측해도 요구 성능(화질)을 유지할 수 있다. 광시계에서 의문 표적을 발견하면 시계를 줄여(배율을 높여) 표적을 확대하여 관측하는데, 이러한 경우 비교적 좁은 범위를 느리게 휩쓸어야 요구수준의 화질로 관측할 수 있다. 본 발명의 자동식 주사장치는 사용자가 선택한 시계에 따라 주사폭과 주사속력이 변하므로 이러한 요구상황을 충족시킬 수 있다. 따라서, 본 발명은 시계에 무관한 기존의 수동식 주사장치가 갖는 번거로움(시계를 변화시킬 때마다 주사폭과 속력을 변화시켜야 함)을 극복한 것으로 사용자의 운용 효율성은 물론 긴박한 상황에서 생존성을 향상시킬 수 있다.

## 【특허청구범위】

## 【청구항 1】

시계(FOV: field of view)를 연속적으로 변화시킬 수 있는 줌(zoom) 광학계에 적용된 주사장치에서, 광학계의 주사폭(scan width)와 주사속력(scan rate)은 각각 다음과 같은 관계,

$$\text{주사폭} = f(\text{시계}, m)$$

$$\text{주사속도} = g(\text{시계}, n)$$

(여기서,  $m$ 은 관측범위에 따라 결정되는 관측폭 상수,  $n$ 은 사용자의 눈의 감도에 따라 결정되는 감지인자)에 따라 시계에 의존하여 자동적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 자동식 주사장치.

## 【청구항 2】

제 1항에 있어서, 주사폭은 다음의 식,

$$W_s = m \times FOV \quad (W_s: \text{주사폭}, FOV: \text{시계})$$

에 따라 결정되는 자동식 주사장치.

## 【청구항 3】

제 2항에 있어서,  $m$ 의 범위는 2.0 ~ 4.0의 범위인 자동식 주사장치.

## 【청구항 4】

제 1항에 있어서, 주사속력은 다음의 식,

$$\Omega_s = \frac{C}{t_e} \cdot \tan\left(\frac{FOV}{2}\right) \quad (\Omega_s: \text{주사속력}, t_e: \text{눈의 적분시간}, C: \text{상수})$$

에 따라 결정되는 자동식 감시장치.

#### 【청구항 5】

제1 항에 있어서, 주사속력은 다음의 식,

$$\Omega_s = n(t_e) \cdot \ln(FOV), \quad n(t_e) = \frac{C'}{t_e}$$

( $\Omega_s$ : 주사속력,  $t_e$ : 눈의 적분시간,  $C'$ : 상수)

에 따라 결정되는 자동식 주사장치.

#### 【청구항 6】

제 4항 또는 제 5항에 있어서,  $t_e$ 의 범위는 0.05 ~ 0.125 sec의 범위인 자동식 주사장치.

#### 【청구항 7】

줌 광학계와 안정화 구동기를 포함하는 센서 구동부와,

영상정보를 보여주는 모니터와,

모니터에 도시된 항목을 선택하여 실행하도록 하는 조종간과,

다른 구성모듈과 연결되어 이들로부터 발생하는 모든 정보를 받거나 전달하면서 시스템을 총괄하고, 운용자의 명령에 따라 주사장치를 운용해주는 시스템 제어 프로세서와,

시스템 제어 프로세서로부터 시계, 구동부의 위치 정보를 받아 구동부를 제어하는 서보 제어기를 포함하여 구성되며,

시계 (field of view)를 연속적으로 변화시킬 수 있는 줌(zoom) 광학계를 포함하는 카메라 장비에서, 광학계의 주사폭 및 주사속력은 다음과 같은 관계,

$$\text{주사폭} = f(\text{시계}, m)$$

$$\text{주사속도} = g(\text{시계}, n)$$

(여기서, 여기서,  $m$ 은 관측범위에 따라 결정되는 관측폭 상수,  $n$ 은 사용자의 눈의 감도에 따라 결정되는 감지인자)

에 따라 시계에 의존하여 자동적으로 결정되는 것을 특징으로 하는 자동식 주사장치.

#### 【청구항 8】

제 7항에 있어서, 주사폭은 다음의 식,

$$W_s = m \times FOV \quad (W_s: \text{주사폭}, FOV: \text{시계})$$

에 따라 결정되는 자동식 주사장치.

#### 【청구항 9】

제 8항에 있어서,  $m$ 의 범위는 2.0 ~ 4.0의 범위인 자동식 감시장치.

## 【청구항 10】

제7항에 있어서, 주사속력은 다음의 식,

$$\Omega_s = \frac{C}{t_e} \cdot \tan\left(\frac{FOV}{2}\right) \quad (\Omega_s: \text{주사속력}, t_e: \text{눈의 적분시간}, C: \text{상수})$$

에 따라 결정되는 자동식 주사장치.

## 【청구항 11】

제 7항에 있어서, 주사속력은 다음의 식,

$$\Omega_s = n(t_e) \cdot \ln(FOV), \quad n(t_e) = \frac{C'}{t_e}$$

( $\Omega_s$ : 주사속력,  $t_e$ : 눈의 적분시간,  $C'$ : 상수)

에 따라 결정되는 자동식 주사장치.

## 【청구항 12】

제 10항 또는 제 11항에 있어서,  $t_e$ 의 범위는 0.05 ~ 0.125 sec의 범위인 자동식 주사장치.

## 【청구항 13】

제 7항에 있어서, 상기 광학계는 주야간 적외선 카메라인 것을 특징으로 하는 자동식 주사장치.

## 【청구항 14】

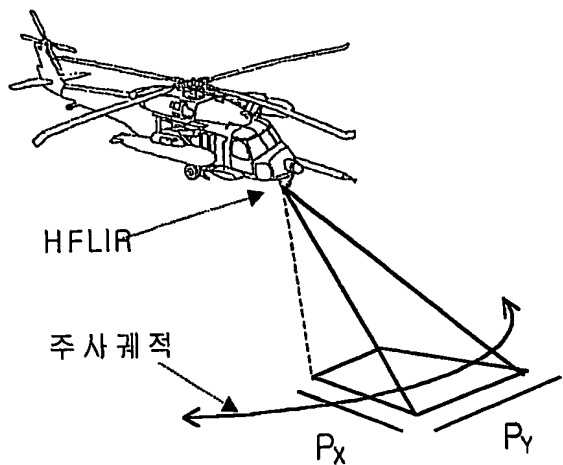
제 7항에 있어서, 상기 광학계는 가시광선 카메라인 것을 특징으로 하는 자동식 주사장치.

【청구항 15】

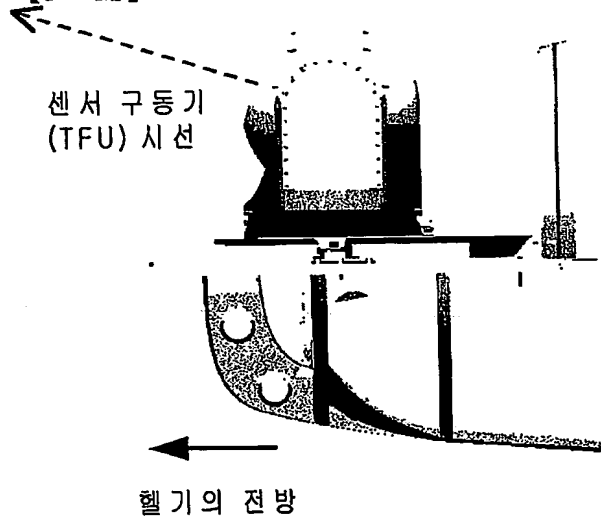
제 7항에 있어서, 상기 주사장치는 주사중에 주사기준 (광학계의 시선(line of sight)의 초기값)이 변화될 수 있는 자동식 주사장치.

【도면】

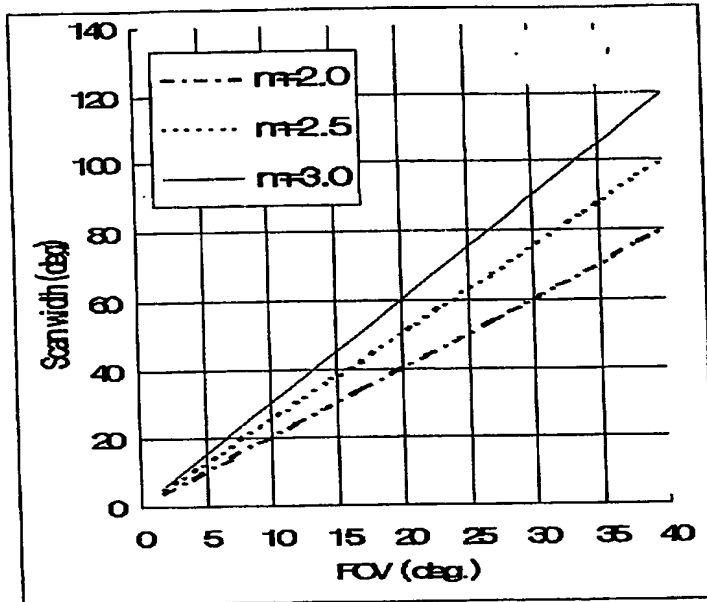
【도 1a】



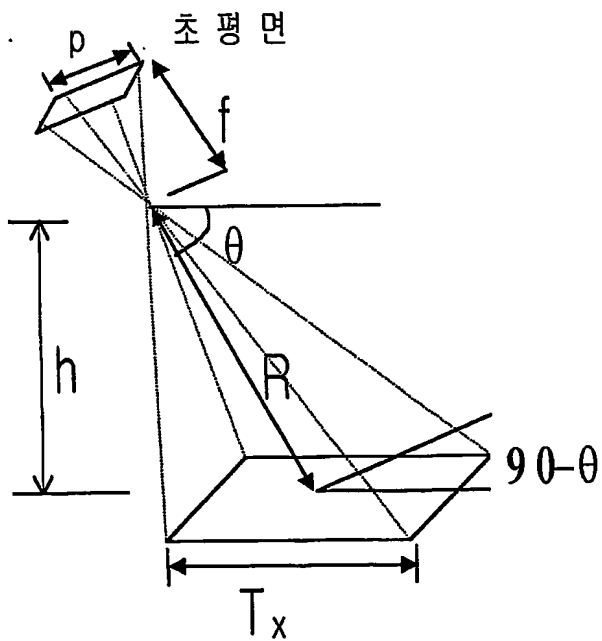
【도 1b】



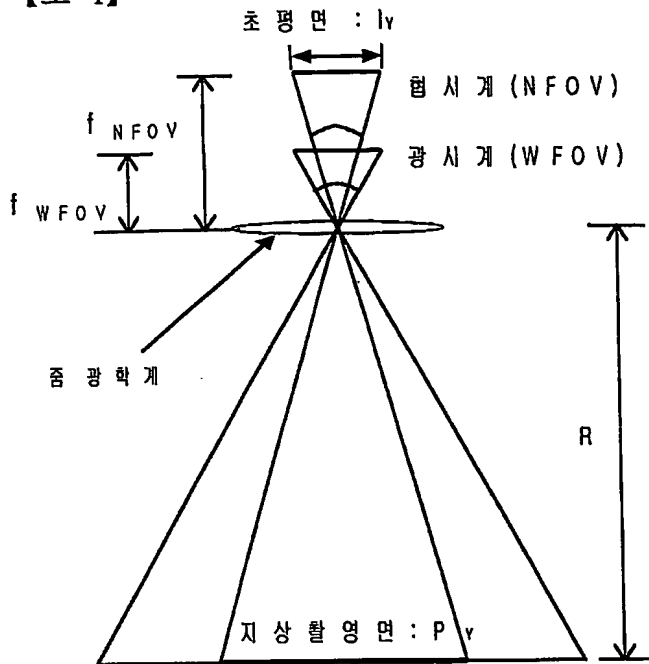
【도 2】



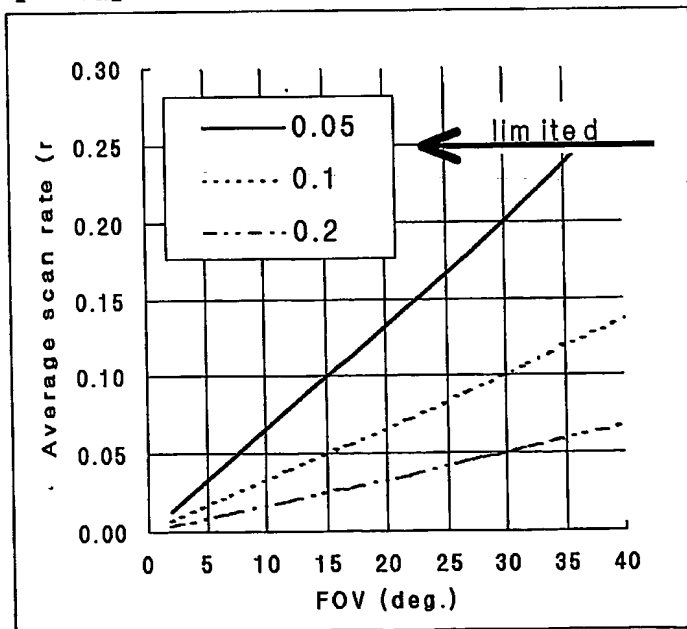
【도 3】



【도 4】

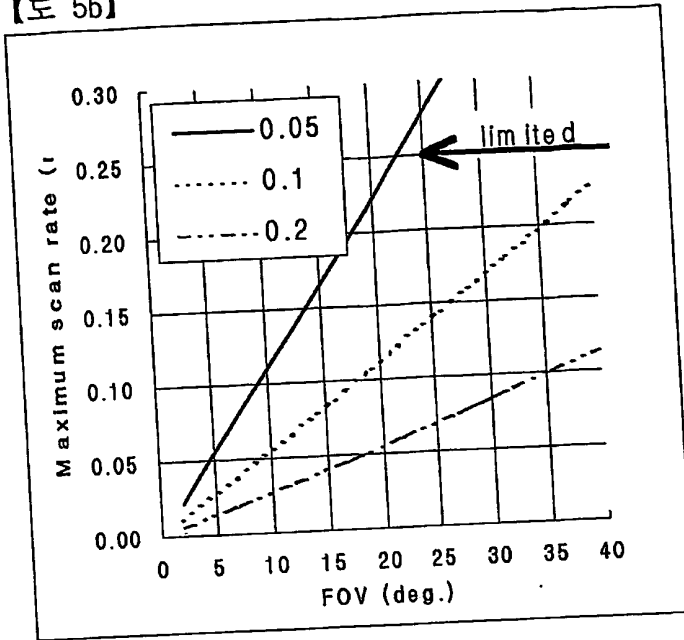


【도 5a】

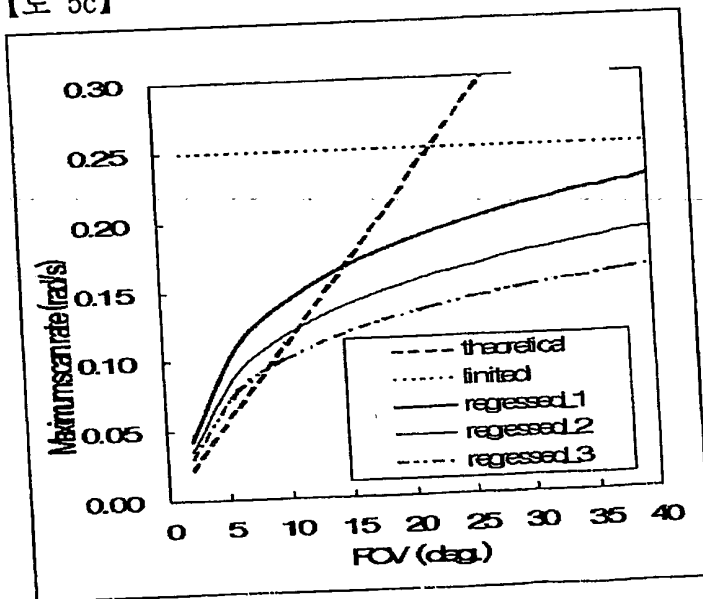


1020020036465

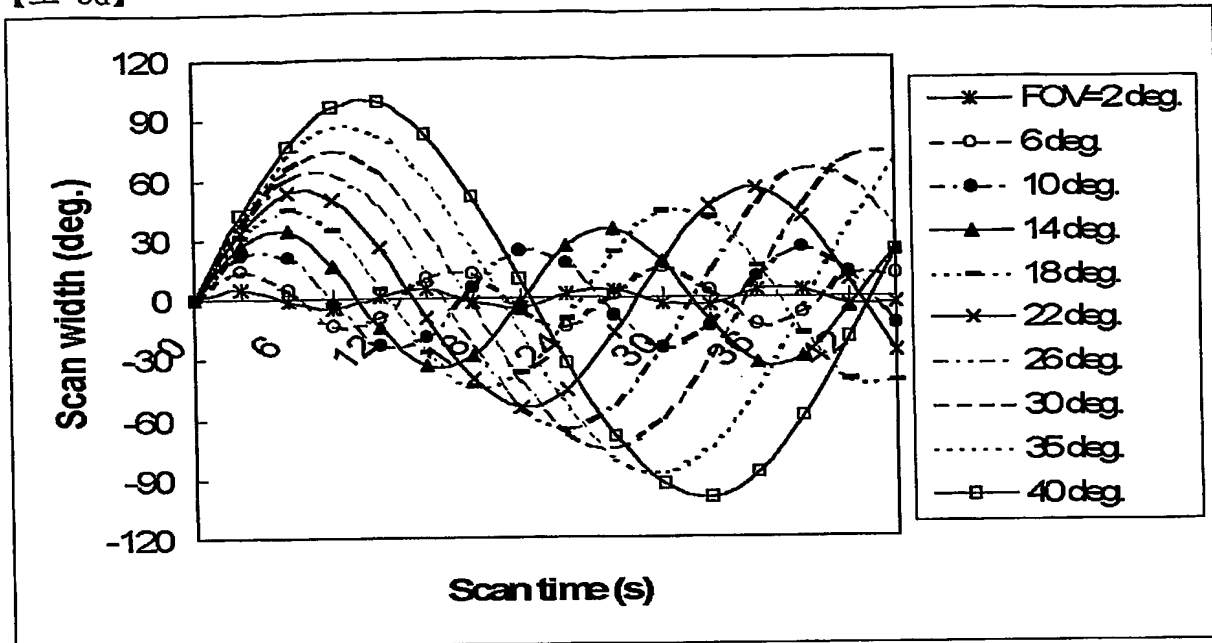
【도 5b】



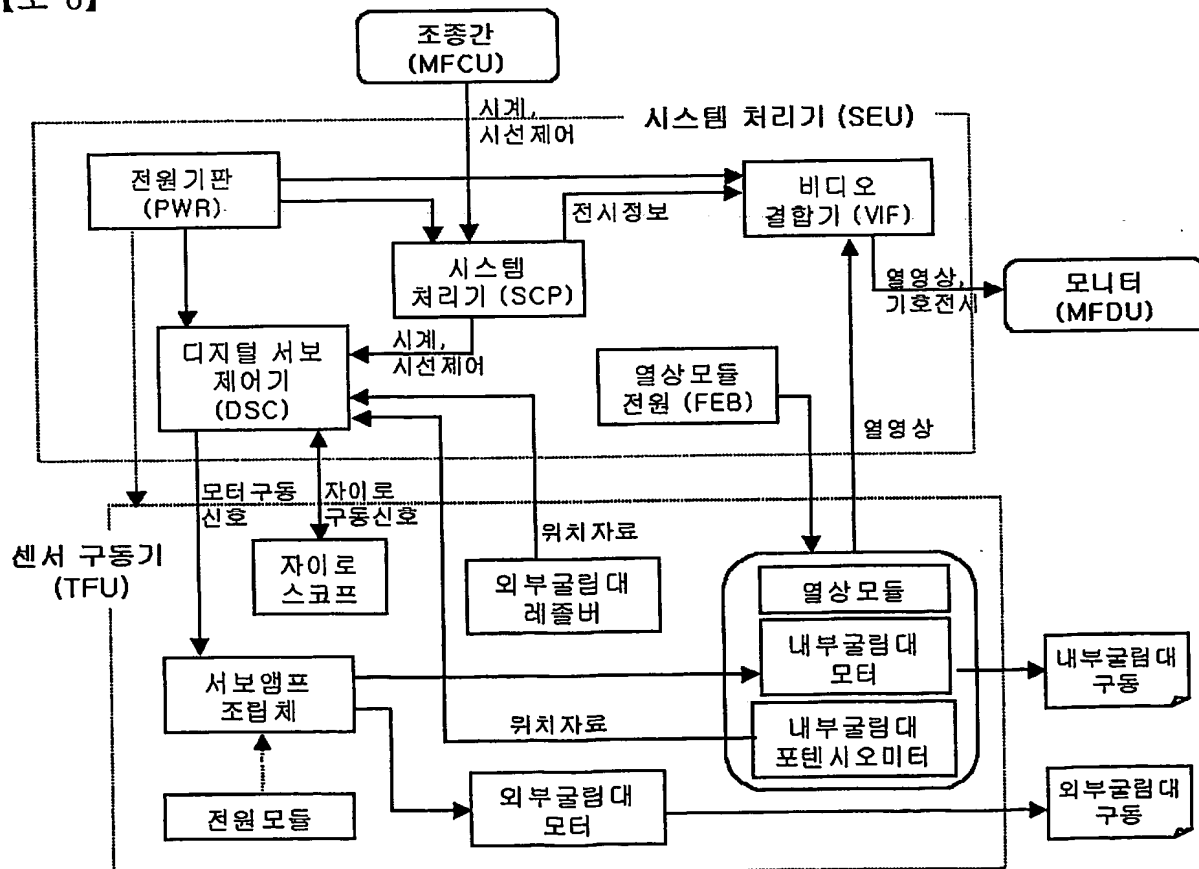
【도 5c】



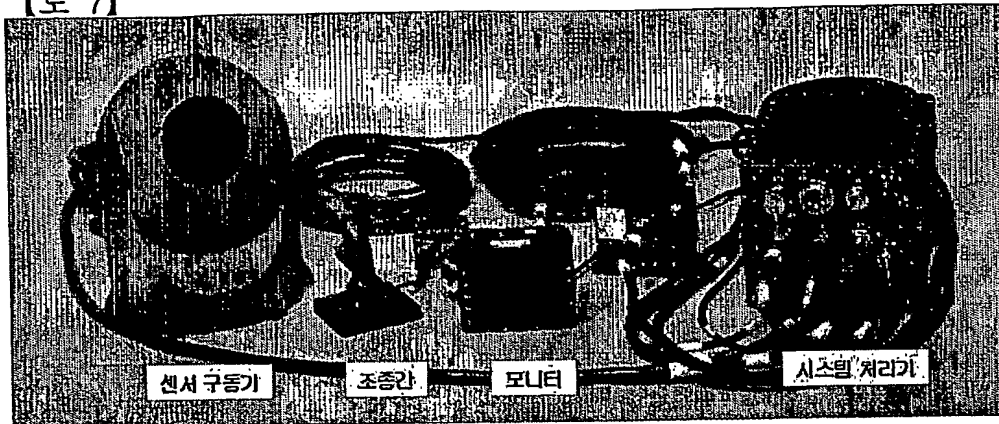
【도 5d】



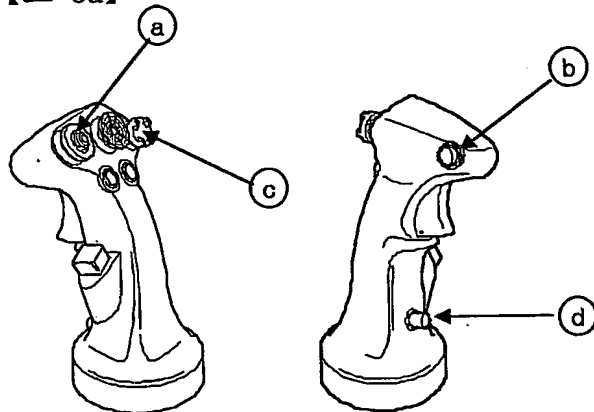
【도 6】



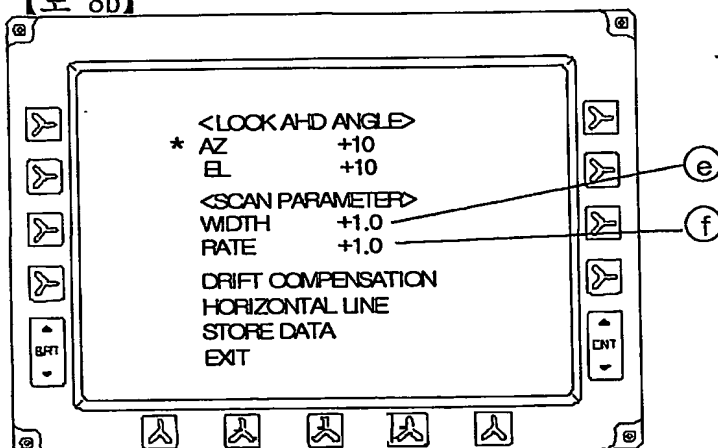
【도 7】



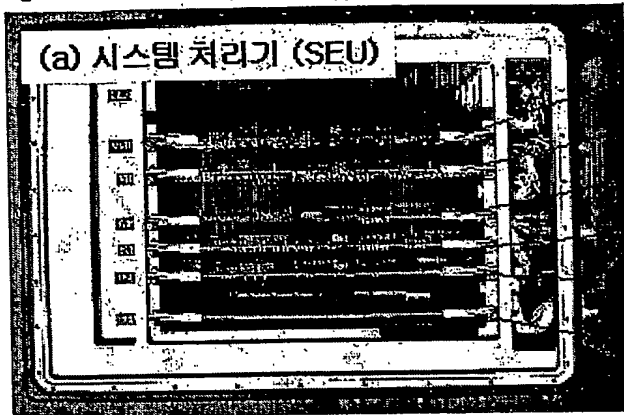
【도 8a】



【도 8b】

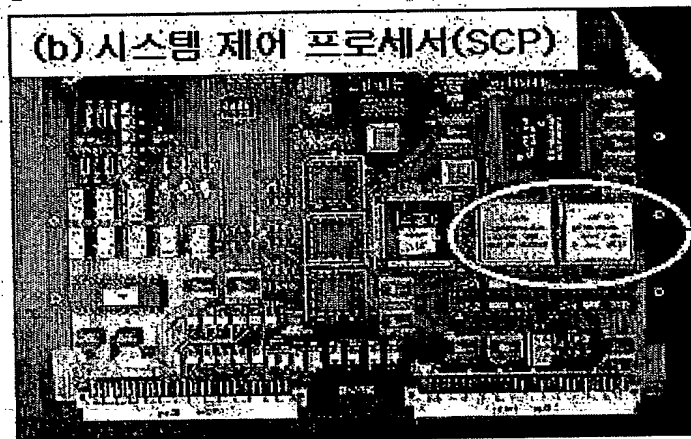


【도 9a】



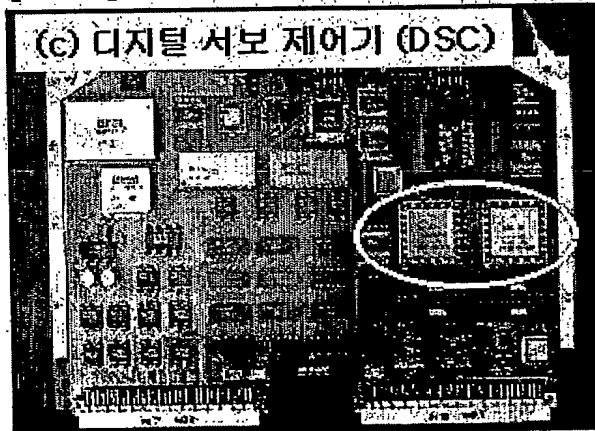
- 추적기 (MMT)
- 비디오결합기 (VIF)
- 헬기부체계 결합기 (AIF)
- 시스템 제어 프로세서 (SCP)
- 디지털 서보제어기 (DSC)
- 열상전원기판 (FEB)

【도 9b】



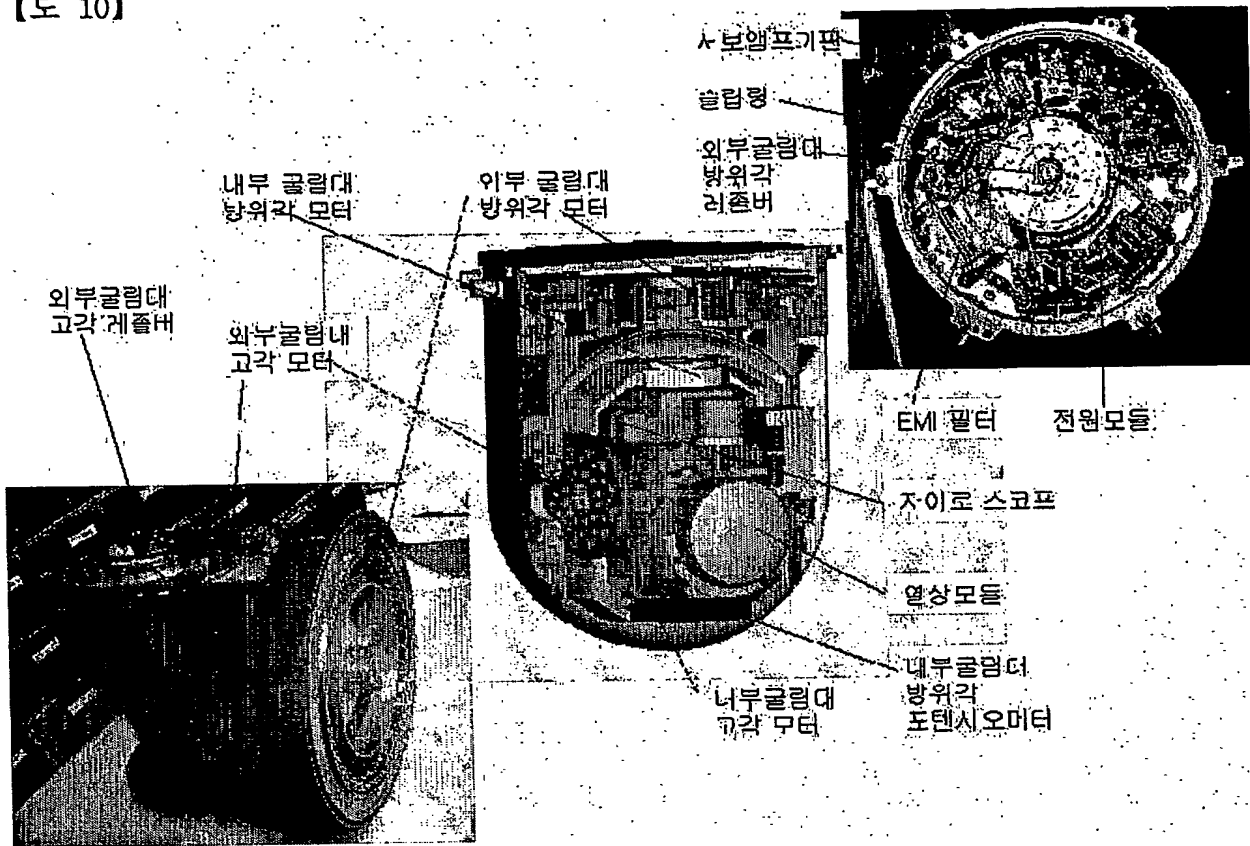
플래쉬 메모리  
(EPROM)

【도 9c】

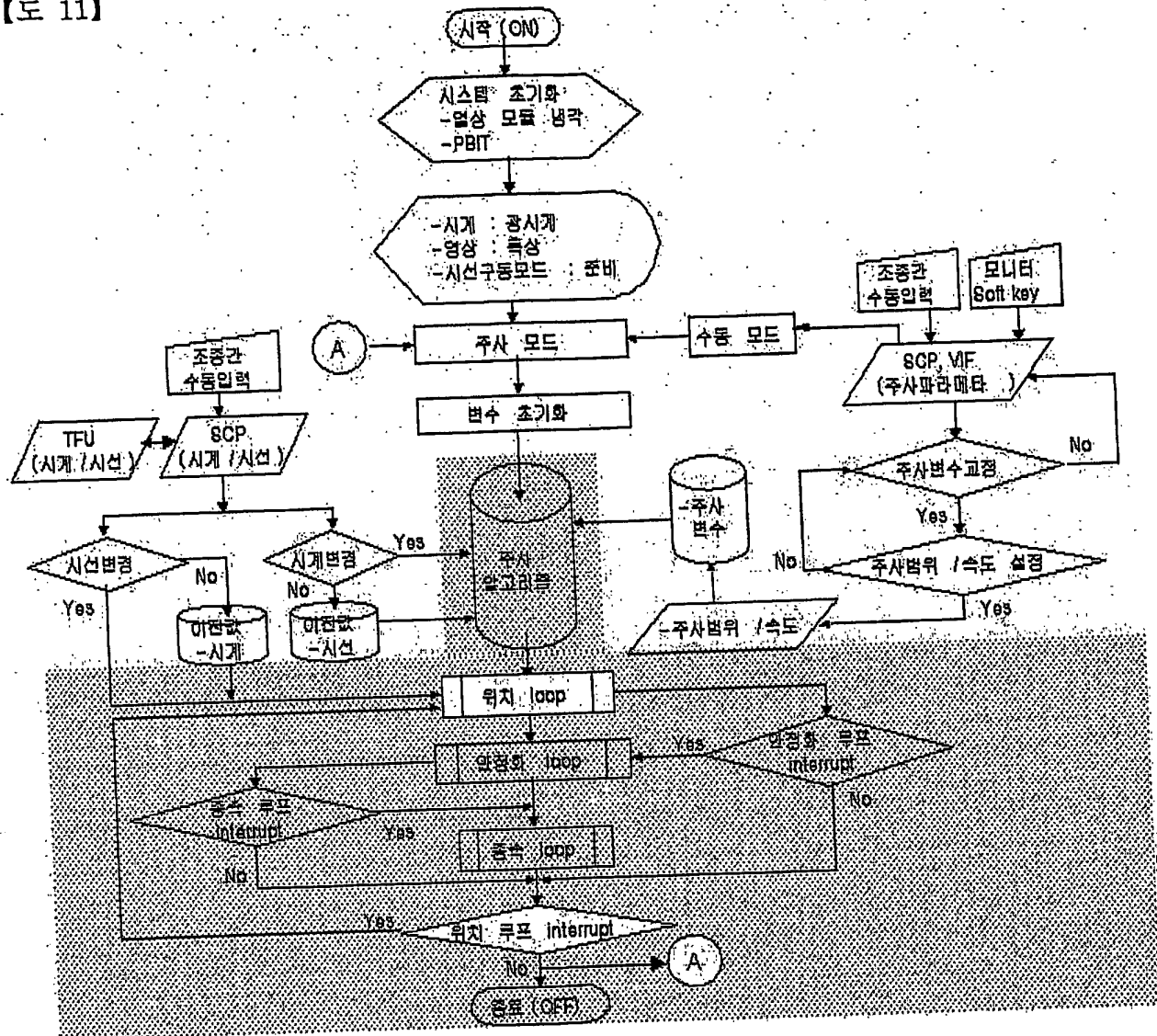


플래쉬 메모리  
(EPROM)

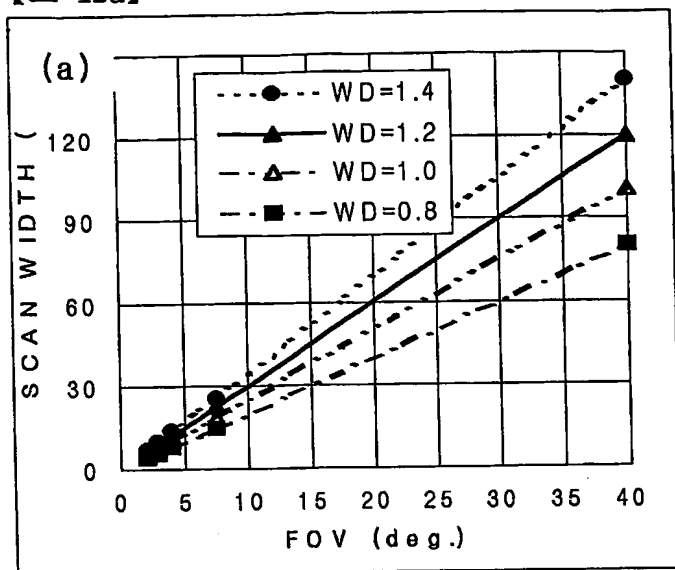
【도 10】



【도 11】



【도 12a】



【도 12b】

